

Ympningsmetoder för tall och gran

Grafting Methods for Scots Pine and Norway Spruce

av

INGEGERD DORMLING

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 51 . NR 2

Inledning

Vid statens skogsforskningsinstituts genetiska avdelning har under en längre tid bedrivits studier av sammanväxningsprocessen mellan ympkvist och underlag efter ympning av tall och gran. Vid dessa undersökningar, som i stor utsträckning bekostats med medel från Fonden för skoglig forskning, har framkommit åtskilliga resultat av betydelse även för det praktiska utförandet av ympningen och det har därför visat sig önskvärt att sammanfatta dessa erfarenheter i en kortare uppsats. Den ovannämnda undersökningen kommer att redovisas i sin helhet i denna skriftserie under titeln »Anatomical and Histological Examinations of the Union of Scion and Stock in Grafts of Scots Pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.)».

Arbetsmetoder

De ympar, som undersökts, har utförts i växthus dels som *läggympar* dels som *sidsticksympar*. Av båda ympmetoderna har använts två varianter, vilka demonstreras i pl. I: 1—7 resp. pl. II: 9—14. De unga ymparna har för att kunna studeras under mikroskop fixerats och bäddats i paraffin och därefter snittats i 15 μ tjocka tvär- och längdsnitt, vilka färgats i safranin och »fast green». Teckningar av snitt genom ympar utförda på olika sätt återfinns i fig. 1—3.

Anatomin hos unga tall- och granstammar

För att ge en bakgrund till de vidare resonemangen om sammanväxning mellan ympkomponenter vill jag här i korthet redogöra för huvuddragen i tall- och granstammarnas anatomi och särskilt påpeka olikheterna mellan de båda trädslagen. I de principiella teckningarna av tvär- och längdsnitt genom nederdelen av läggympar — fig. 1—2 — har införts beteckningar för de olika vävnaderna (se teckenförklaringen sid. 6).

Vi ser på stammarna inifrån och utåt:

Märgen består hos unga tallstammar så gott som uteslutande av levande parenkymceller av grundvävnadskaraktär. Hos gran däremot differentieras märgcellerna på tidigt stadium. En stor del av dem får förvedade väggar och flertalet celler förlorar sitt levande innehåll.

Veden eller *xylemet* består hos båda trädslagen av trakeider samt parenkymceller dels i kambiestrålar, dels i vertikala hartskanaler. Horisontella hartskanaler förekommer inneslutna i kambiestrålar. Hos tall består kambiestrålarna och hartskanalernas epitel uteslutande av levande, relativt tunnväggiga celler medan större delen av motsvarande celler hos gran har kraftigt förvedade väggar.

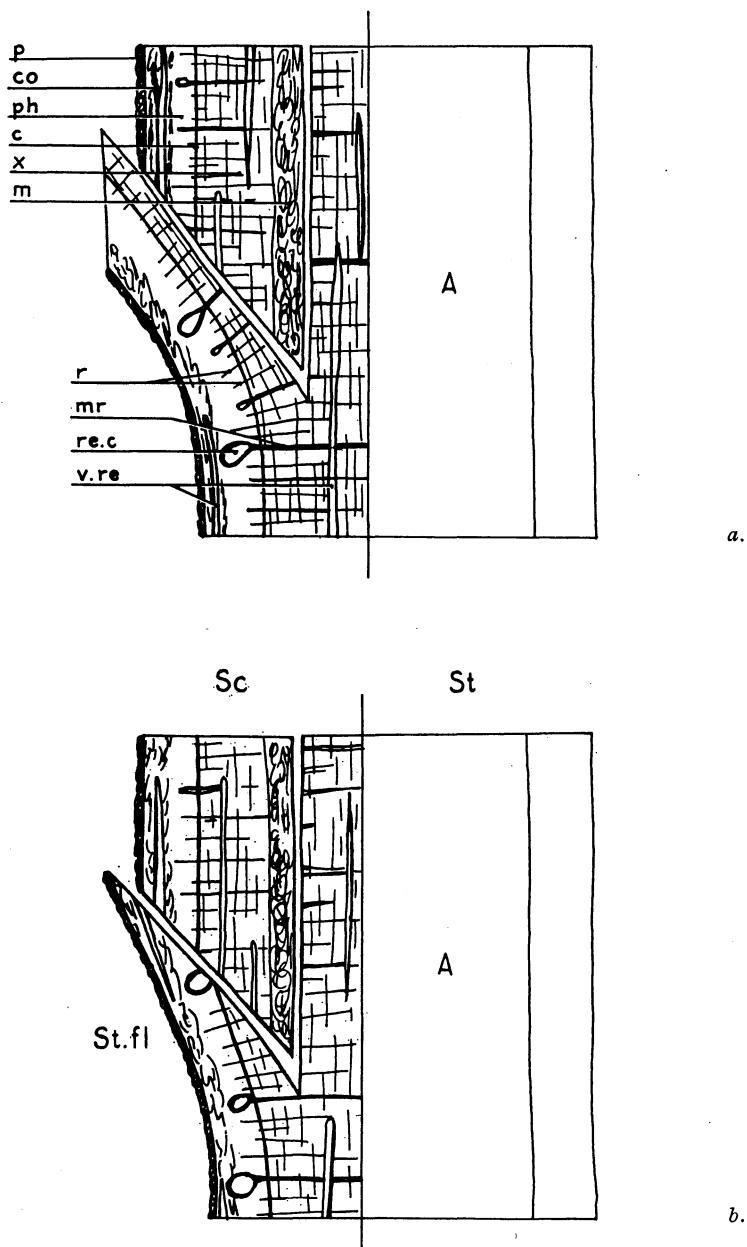


Fig. 2. Radiära längdsnitt från nederdelen av läggympar.

a. Underlagsfliken tillskuren med uppåtriktat snitt.

b. Underlagsfliken tillskuren med nedåtriktat snitt.

Radial sections from the lower part of veneer side grafts.

a. Stock flap cut upward.

b. Stock flap cut downward.

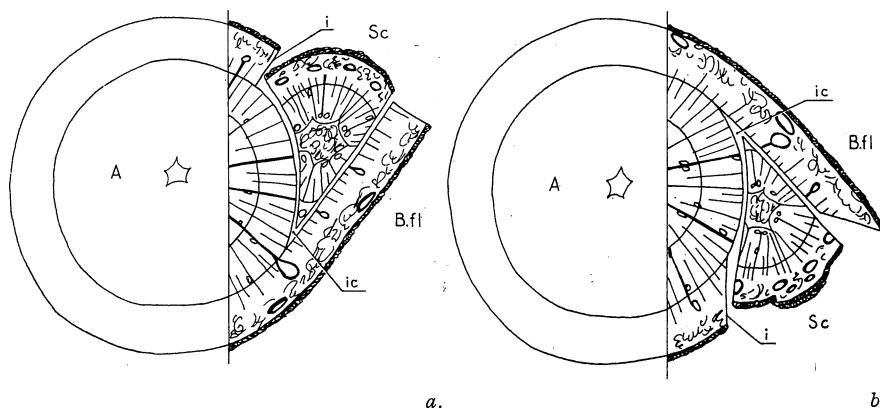


Fig. 3. Tvärsnitt av sidsticksympar.
a. Radiärt insnitt i underlagets bark.
b. Tangentiellt insnitt i underlagets bark.

Cross sections from side slit grafts.
a. Radial incision in stock bark.
b. Tangential incision in stock bark.

Teckenförklaring

Key of Signs

Sc	= ympkvist scion	phe	= fellogen (korkkambium) phellogen (cork cambium)
St	= underlag stock	n.phe	= nytt fellogen new phellogen
St.fl	= underlagsflik (hos läggympar) stock flap (in veneer side grafts)	r	= kambiestråle ray
B.fl	= barkflik (hos sidsticksympar) bark flap (in side slit grafts)	mr	= hartsförande kambiestråle multiseriate ray (ray containing a resin duct)
i	= inskärningsyta (hos sidsticksympar) incision face (in side slit grafts)	re.c	= hartsbehållare resin cyst
ic	= inre vinkel (hos sidsticksympar) innermost corner (in side slit grafts)	v.re	= vertikal hartskanal vertical resin duct
m	= märe pith (medulla)	l.tr	= bladspår leaf trace
x	= xylem (ved) xylem (wood)	lg	= bladlucka leaf gap
c	= kambium cambium	ox	= gammalt xylem old xylem
ph	= floem phloem	nx	= nytt xylem new xylem
co	= kortex cortex	cl	= isoleringsskikt contact layer
p	= periderm periderm		

Måttlinjens längd = 0,5 mm
Standard unit = 0,5 mm

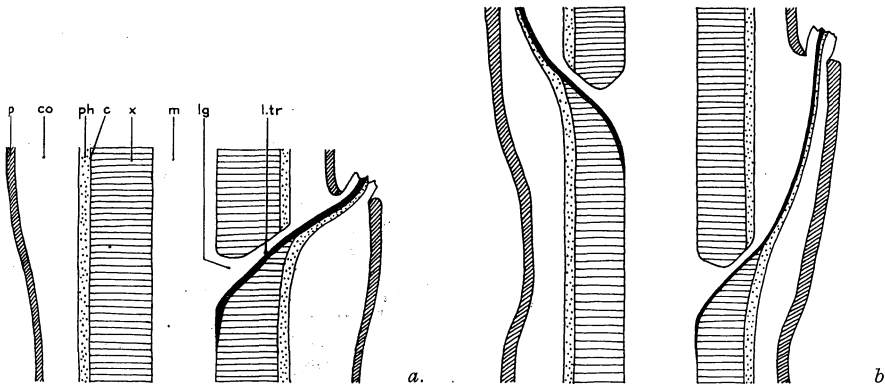


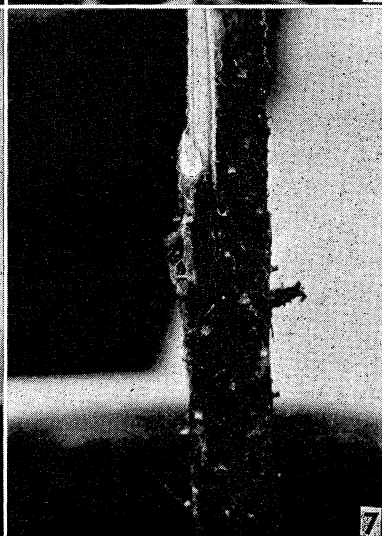
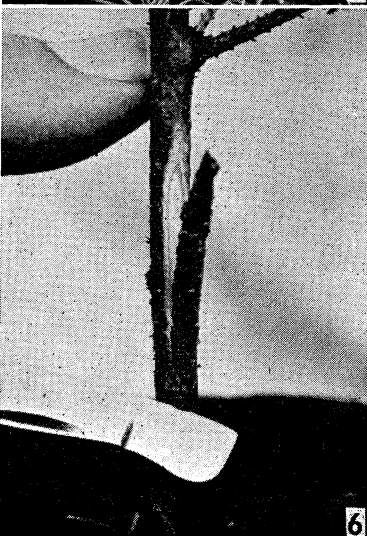
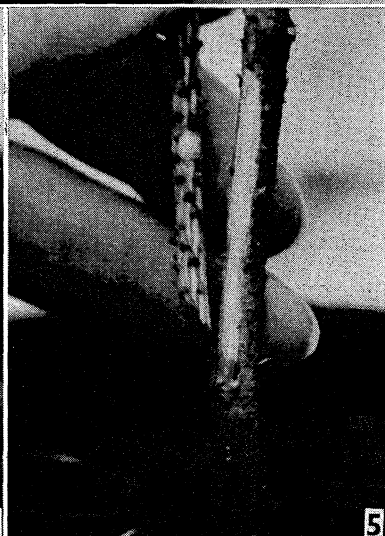
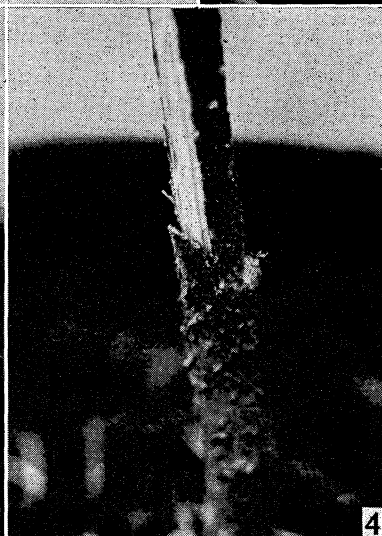
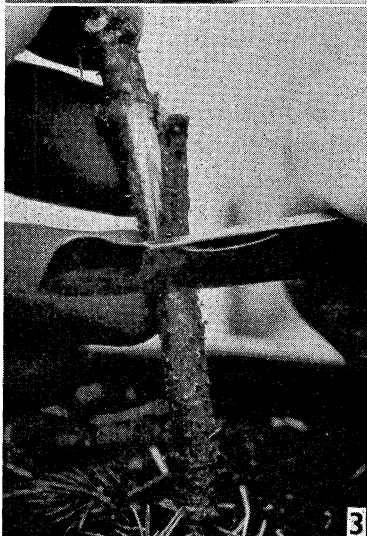
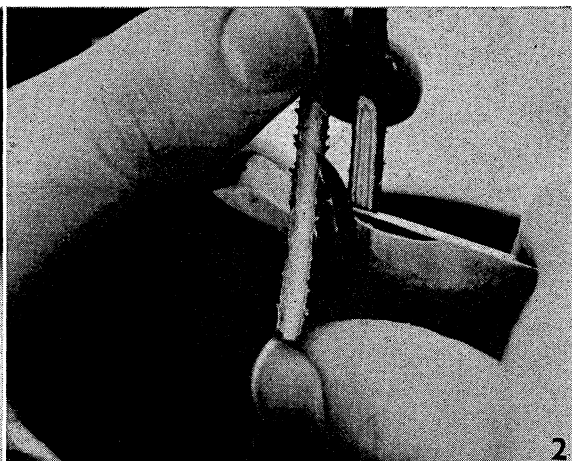
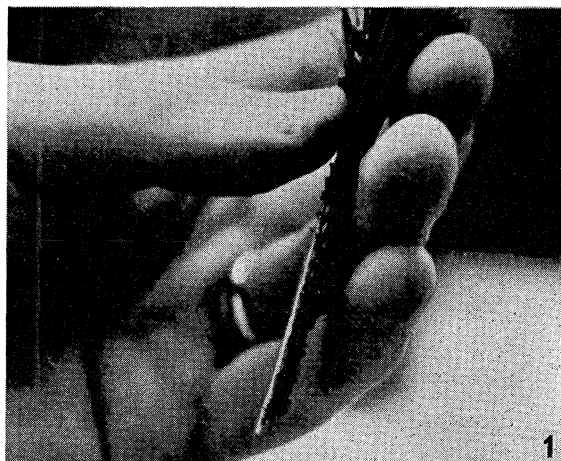
Fig. 4 a och b. Bladspår hos tall resp. gran. Radiära snitt från ettårsskott. Schematiserat.
Leaf traces in Scots pine and Norway spruce, respectively. Radial sections from one year old shoots. Outlined in principle. Note the different angles of leaf traces in the two species.

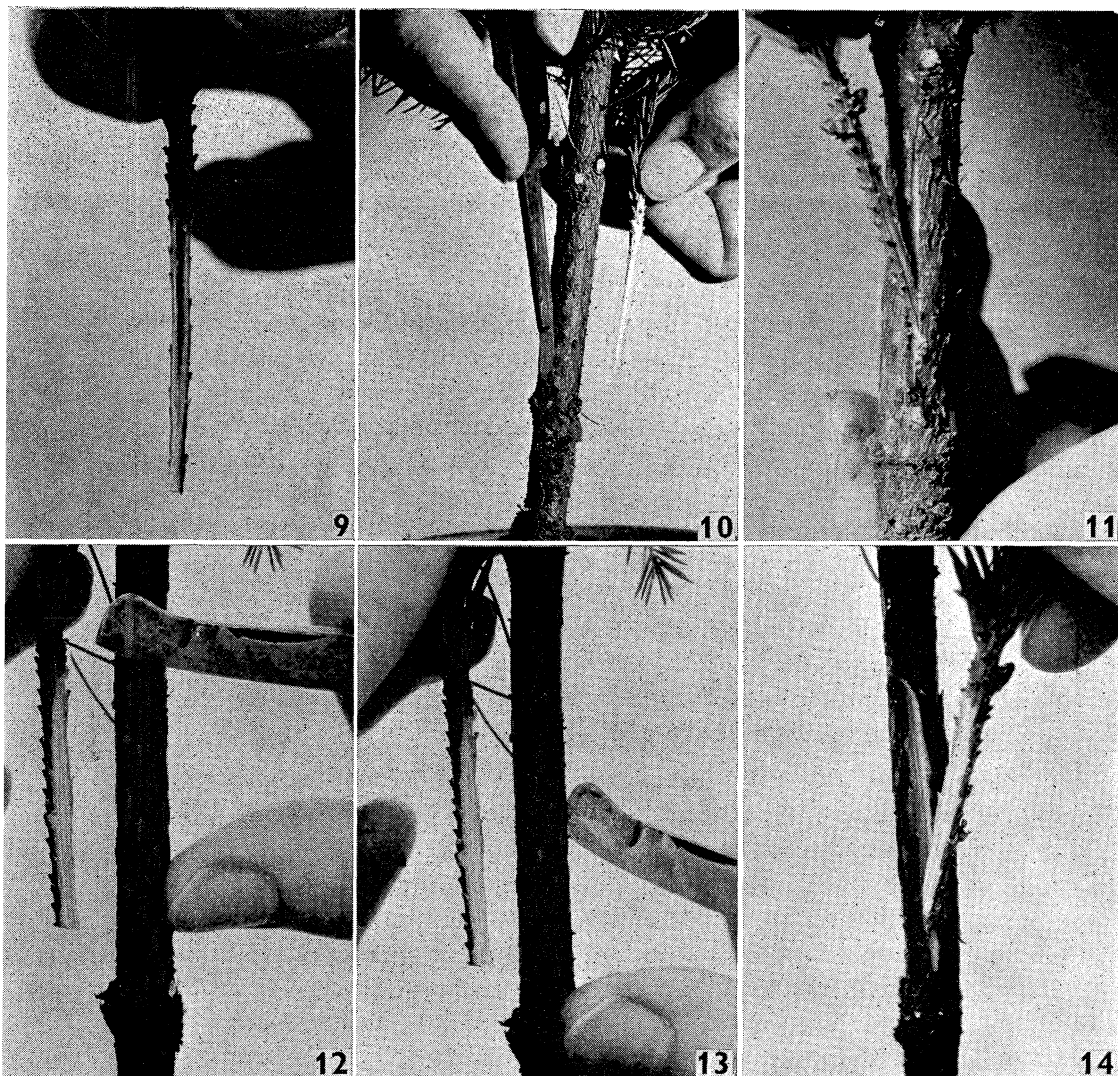
Kambiet är likartat organiserat hos båda trädslagen och består huvudsakligen av två typer initialceller: långsträckta celler som avsätter trakeider inåt och silceller utåt samt korta celler som ger upphov till kambiestrålar.

Sildelen eller *floemet* består av silceller, vertikalt parenkym samt kambiestrålar. Inneslutna i de senare förekommer horisontella hartskanaler, som här i floemet avslutas med blåslika bildningar. De horisontella hartskanalerna uppträder i betydligt större antal hos tall än hos gran och finns inte alls i granens ettårsskott.

Kortex innehåller hos både tall och gran parenkymceller av grundvävnads-karaktär samt vertikala hartskanaler, vars epitel hos båda trädslagen utgörs av levande, tunnväggiga celler. Utåt avgränsas kortex av peridermet, som består av ett korkkambium och ett antal cellrader på ömse sidor om detta. De celler som avsatts utåt är förkorkade och döda, de som avsatts inåt liknar kortexcellerna. Den förkorkade delen av peridermet är i synnerhet hos de yngsta kvistarna mycket tjockare hos gran än hos tall — jfr. de båda fotografierna av tvärsnitt genom ettårsskott pl. III: 15—16.

Bladspår (= ledningssträngar till barrparen hos tall och barren hos gran) förekommer i floem och kortex. De motsvaras av bladluckor i veden. Bladspåren är fler och mindre hos gran — barren sitter tätare. Granens bladspår går ut från huvudledningssträngen under spetsig vinkel och ligger därför längre kvar i kortex — jfr. bladspåren hos tall och gran i teckningen fig. 4. Bladspåren drar kortexcvnader med sig utåt och hela kvisten får därför ett veckat utseende i tvärgenomsnitt, se pl. III: 15—16. Utanpå kvistarna kan man se det som »åsar» under varje barrpar resp. barr. Hos gran innehåller åsarna en jämförelsevis liten andel levande vävnader, vilket tydligt framgår av pl. III: 16.





Plansch I: 1—8. *Läggympling*. 1. Tillskuren ympkvist. 2. Snittet i underlaget anpassas till ympkvisten. 3. Tillskärning av fliken med nedåtriktat snitt. 4. Flikens utseende efter tillskärning enl. 3. 5. Ympkvist och underlag passas samman. 6. Tillskärning av fliken med uppåtriktat snitt. 7. Flikens utseende efter tillskärning enl. 6. 8. Gränymp, sex veckor gammal.

1—8. *Vener side grafting*. 1. Fashioned scion. 2. Stock is cut to fit the scion. 3. Fashioning of flap cut downward. 4. Appearance of flap after fashioning according to 3. 5. Scion and stock matched. 6. Fashioning of flap cut upward. 7. Appearance of flap after fashioning according to 6. 8. Norway spruce graft, six weeks old.

Plansch II: 9—14. *Sidsticksympning*. 9. Tillskuren ympkvist. 10. Radiärt insnitt i underlaget. 11. Ympkvisten passas in under barkfliken. 12—13. Tangentiellt insnitt i underlaget. 14. Ympkvisten passas in under barkfliken efter tangentiellt insnitt i underlaget. Jfr. insnittens utseende i 11 och 14.

9—14. *Side slit grafting*. 9. Fashioned scion. 10. Radial incision into the stock. 11. Scion being inserted under the bark flap. 12—13. Tangential incision into the stock. 14. Scion being inserted under the bark flap after a tangential incision into the stock. cf. appearance of incisions in 11 and 14.

Sammanväxningen mellan två ympkomponenter

Den första reaktionen vid sårytorna består i *hartsavsöndring* och den efterföljes snart av en *utvidgning* av de sårade hartskanalernas epitelceller. Även andra levande celler intill sårytorna kan utvidgas. Mest aktiva förutom epitelcellerna brukar kambiestrålar, som avskurits i floemet, vara. Hos tall iakttas ofta utvidgningar också av vanliga kortexceller.

Celldelningar börjar uppträda intill sårytorna hos både underlag och ympkvist 3—4 dagar efter ympningen. Ofta är det ympkvisten som visar de första delningarna och den större aktiviteten under de första dagarna efter ympningen. Hos tall har de allra tidigaste celldelningarna uppträtt i floem- och kambiedelen av kambiestrålar, men bara någon dag senare har delningar iakttagits även i kortex — såväl i hartskanaler som i vanliga kortexceller. Hos gran har delningar konstaterats i alla de ovannämnda vävnaderna samtidigt.

Celldelningsaktiviteten är störst i områden, som ligger väl till ur närings-tillgångs- och transportsynpunkt. Cellerna kring blad- och grenspår och celler i kambiestrålar, som utgår från bladluckor, är speciellt aktiva kallusbildare. Underlagen bildar i allmänhet större kallusmängder än ympkvistarna före sammanväxningen, men bladspår intill snittytorna hos ympkvistarna kan dock lokalt orsaka större kallusbildning hos dessa.

Kambiestrålar, som blivit avskurna längst ut i floemet, bildar oftast mer kallus än sådana som avskurits närmare eller i själva kambiezonen. Gränsen mellan floem och kortex utgör en mycket aktiv zon.

Hos väl sammanpassade *läggympar* blir kallusbildningen från kambiezonerna sällan av större omfattning. Delningsverksamheten kommer igång snabbare i utanförliggande vävnader, och där sker sammanväxningen mellan nya vävnader från båda ympkomponenterna, innan någon egentlig kallusbildning ägt rum vid kambierna (se vidare »De första *föreningarna mellan ledande vävnader* etc. sid. 12). Hos *sidsticksymparnas underlag* utgörs större delen av kontaktytan med ympkvisten av blottat kambium, och från detta sker hos tall en mycket livlig kallusbildning. Initiativet kommer från kambiestråleceller, men mycket snart deltar ett större antal av kambiezonens celler, i den mån de inte skadats vid ympningen. Tallunderlagen bildar kallus från den blottade vedytan, inskärningsytan och barkfliken, medan hos granunderlagen kallusbildning endast konstaterats från inskärningsytan och barkfliken.

Kallusbildning från parenkym innanför kambiezonen förekommer endast hos tall och kan där ibland bli rätt omfattande, särskilt från parenkym i mårgen och från områden i veden, där det funnits mer parenkymvävnader än normalt, beroende på någon skada som tillfogats kambiet under tillväxten — i några undersökta fall i årsringsgränser hos underlagen.

Tab. 1 Celldelningsintensitet i olika vävnader

Vävnad	Tall	Gran
Periderm.....	—	—
Kortex, grundvävnaden.....	+++*	+++*
Kortex, hartskanaler.....	++++	++++
Floem, kambiestrålar.....	++++*	++++*
Floem, vertikalt parenkym.....	++*	++*
Floem, fullt differentierade silceller.....	—	—
Kambiezonen, kambiestrålar.....	+++*	+++*
Kambiezonen, övriga odifferentierade eller ofullständigt differentierade celler.....	++	++
Xylem, kambiestrålar.....	+	—(+)
Xylem, hartskanaler.....	+	—
Xylem, fullt differentierade trakeider.....	—	—
Märg och bladluckor.....	++	—

* Vävnader under inflytande från blad- och grenspår visar större aktivitet än motsvarande andra.

++++) mycket stor celldelningsintensitet

+++) stor celldelningsintensitet.

++) celldelningsintensiteten varierar, men kan beträffande tallens märg och bladluckor börja på tidigt stadium, eljest först sedan intilliggande vävnader börjat dela sig.

+) delningar av varierande omfattning kan förekomma, med uteblir ofta

(+) när ympningen skett sent kan xylemkambiestrålar i årets ved bilda kallus

—) inga celldelningar

Tab. 1 visar en sammanställning av olika vävnaders benägenhet att bilda kallus hos de båda trädslagen.

De första *sammanväxningarna mellan parenkymatiska celler* hos de båda ympkomponenterna har konstaterats 8—10 dagar efter ympningen. Femton dagar efter ympningen finns parenkymföreningar hos alla växthusympar, som har förutsättningar att utvecklas vidare. Endast celler som nybildats efter ympningen har möjlighet att förenas. Hos läggympar sker de första föreningarna mellan sådana celler, som härstammar från vävnader utanför kambiezonen, huvudsakligen från kortex och från floemdelen av kambiestrålar. Hos sidsticksympar, som utförts med radiärt insnitt i underlaget så att inga direkta kontaktytor finns mellan inskräningsytan och ympkvisten (se fig. 3 a), sker de första föreningarna mellan kallus från underlagets kambiezon i barkfliken — främst från kambiestrålar — och kallus från ympkvistens kortex, floemkambiestrålar och märg. Hos sidsticksympar med tangentiellt insnitt i underlaget (fig. 3 b) sker föreningar dessutom vid inskräningsytan på samma sätt som hos läggympar. Förening mellan nybildade celler kan ske oberoende av från vilka vävnader de härstammar.

Celldelningarna i kallusvävnaderna i stammens yttre delar antar snart en regelbunden karaktär, varvid regelrätta *korrekambier* utbildas innanför sår-

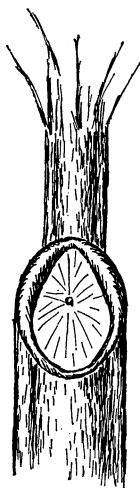


Fig. 5. Övervallning av sårytan hos det avskurna underlaget. Ympen 3 år gammal. Overwalling of the wound surface of the stock. The graft is three years old.

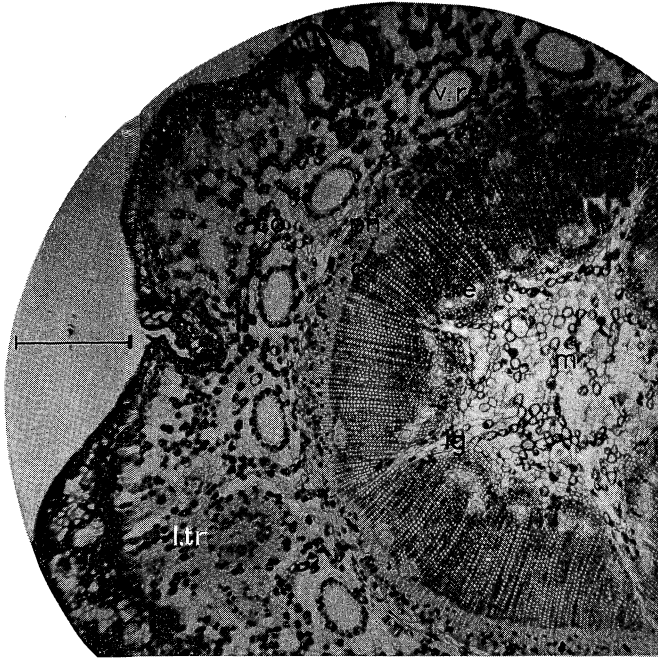
ytorna. Så fort förening mellan kallus från de båda ympkomponenterna skett, utbreder sig korkkambierna på båda sidorna också till förbindelsezonen och förenas. Sådana föreningar är oftast fullt kompletta 15—20 dagar efter ympningen. De gamla korkkambier, som ytterst omgärdar stammarna, deltar inte i bildandet av de nya. En förening mellan gamla och nybildade korkkambier sker först så småningom.

De första *föreningarna mellan ledande vävnader* har konstaterats efter ca tre veckor hos väl sammanpassade ympar. Då sammanpassningen varit mindre god — d. v. s. de kambiekanter, som skall förenas, ligger långt isär — kan det dröja 5—6 veckor innan förening sker. När ympkomponenterna passats samman väl, blir det ingen egentlig kallusbildning, där de genomskurna kambierna stöter intill varandra. På båda sidor bildas ett litet antal korta mer eller mindre oregelbundna celler, som snart differentieras till trakeider resp. silceller. Man ser ofta, att nybildade trakeider förenats innan någon egentlig kambieförening finns. När kambierna ligger längre isär, sprider sig dessa genom mellanliggande parenkymvävnader i riktning mot varandra, troligen genom induktion från cell till cell (se BRAUN, 1958), varigenom cellerna dedifferentieras och åter delar sig. Bladspår har visat sig spela stor roll som förmedlare av ledande förbindelser, speciellt hos gran, där de förekommer i stort antal och länge ligger kvar i kortexvävnaderna.

De första föreningarna mellan ledande vävnader hos läggympar återfinns mycket ofta mellan underlagsfliken och vävnader vid den korta snittytan i ympkvisten.

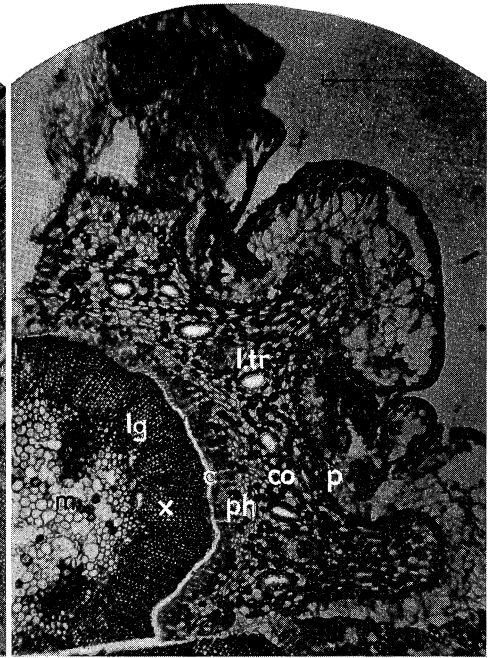
Springan mellan ympkomponenternas vedytor utfylls inte alltid av kallusvävnader. Det är tvärtom vanligt, att den förblir tom, när vävnaderna snabbt läks utanför. De mellanvävnader, som dock förekommer, härrör hos gran uteslutande från vävnader utanför vedcylindern, vilka expanderat in mellan vedytorna. Hos tall deltar i mellanvävnadsbildningen såväl parenkym innanför kambiet som vävnader utanför vedcylindern.

Underlagen skärs ner med ett snett snitt strax ovanför den översta kontakten med ympkvisten. Det uppkomna såret vallas över från alla sidor på samma sätt som såret efter en avskuren kvist. I de undersökta fallen har enbart vävnader härstammande från underlaget självt deltagit i processen. Övervallningskanten utbildas kraftigast vid de båda sidor, som gränsar till ympkvisten, är svagare mitt för densamma och allra svagast i den sida, som är vänd från ympkvisten (se fig. 5).



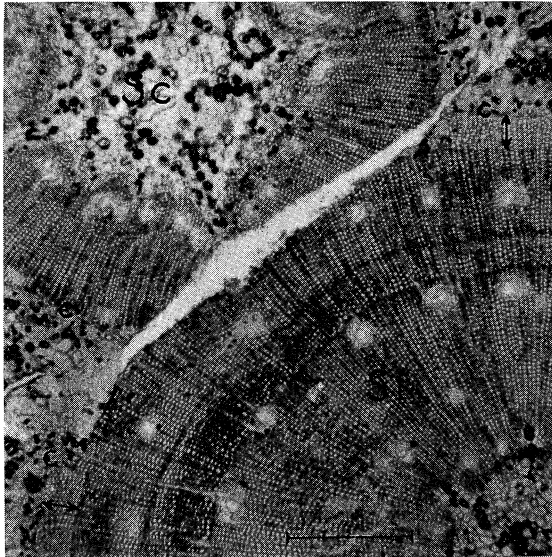
15. Tvärsnitt från ettårsskott av tall. Teckenförklaring, se sid. 6.

Cross section from one year old shoot of Scots pine. Key of signs, see page 6.



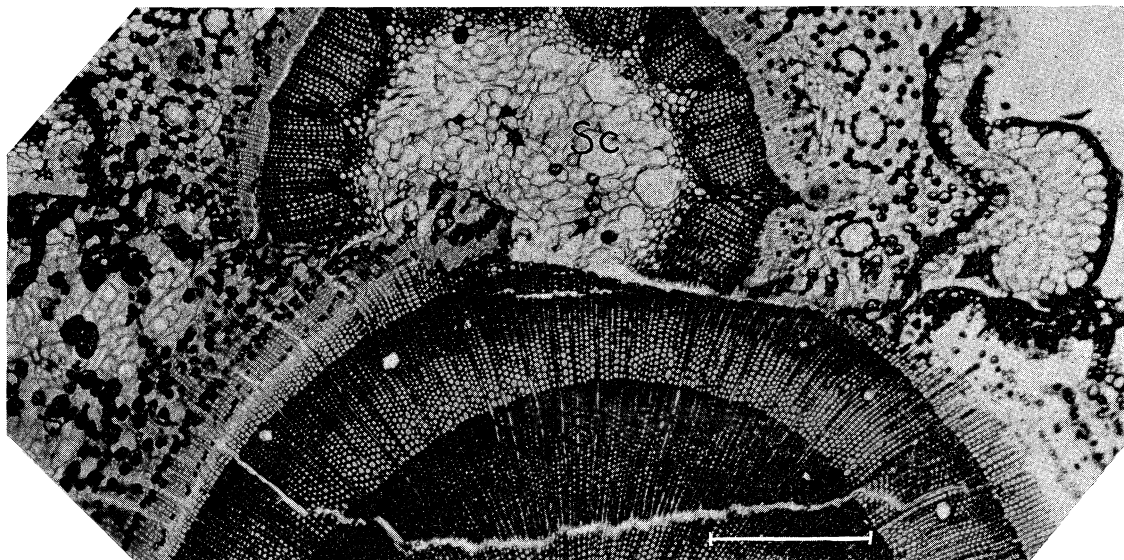
16. Tvärsnitt från ettårsskott av gran. Teckenförklaring, se sid. 6.

Cross section from one year old shoot of Norway spruce. Key of signs, see page 6.



17. Tall, tvärsnitt av läggymp 21 dagar gammal. Jfr. teckningarna i fig. 6. Underlagskambiets tillväxt sedan ympningsdagen markerad med pilar.

Scots pine. Cross section of a veneer side graft, 21 days old. *cf.* drawings in Fig. 6. Growth of stock cambium subsequent to grafting marked with arrows.



18. Gran, tvärsnitt av läggymp, 16 dagar. Underlagets och ympkvistens ytterkanter har sammanpassats i vänster sida — kambierna ligger långt isär.

Norway spruce. Cross section of a veneer side graft, 16 days old. The outer edges of the stock and the scion matched in the left side. The cambia are far apart.



19. Gran, tvärsnitt av läggymp, ett år. Dålig sammanläkning. För djupt insnitt i ett i förhållande till ympkvisten grovt underlag.

Norway spruce. Cross section of a veneer side graft, one year. Poor union. Too deep an incision into a stock relatively big compared with the scion.



20. Gran, tvärsnitt av läggymp, 28 dagar. Ympsnittet har gått just vid kambiet hos underlaget. God sammanväxning.

Norway spruce. Cross section of a veneer side graft, 28 days. The grafting cut has passed just by the cambium of the stock. Good union.

21. Tall, radiärt snitt från nederdelen av läggymp, 23 veckor. Fliken tillskuren med uppåtriktat snitt. Gammal ved i fliken hindrar sammanväxning.

Scots pine. Radial section from the lower part of a veneer side graft, 23 weeks. Stock flap fashioned by an upward cut. Old wood in the flap prevents union.

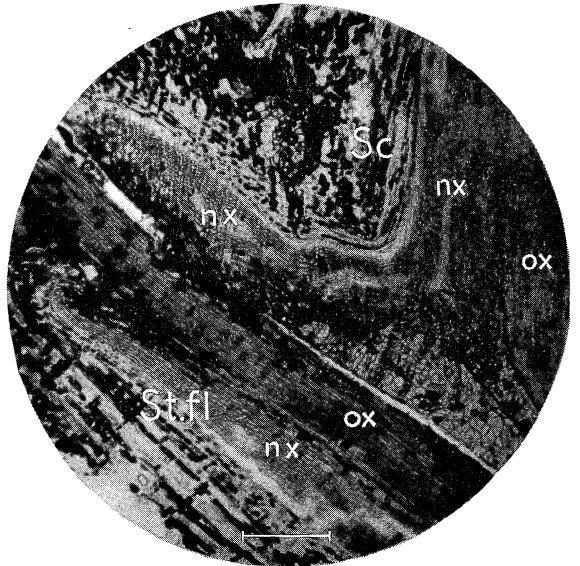


22. Tall, tangentiellt snitt från nederdelen av läggymp, samma som i 21. Sammanväxning på sidan om den gamla veden. Början till svulstbildning. Pilar markerar ungefärliga gränsen mellan ympkvist och underlagsflik.

Scots pine. Tangential section from the lower part of a veneer side graft, same as in 21. Union occurred outside the old wood in the stock flap. Beginning of a tumour-like formation. Arrows mark the approximate border between scion and stockflap.

23. Tall. Radiärt snitt från nederdelen av läggymp. 19 veckor. Fliken tillskuren med uppåtriktat snitt. Ympkvistens kambium har böjt sig upp utefter vedflisan i fliken.

Scots pine. Radial section from the lower part of a veneer side graft, 19 weeks. Flap fashioned by an upward cut. The scion cambium has turned up along the old wood in the flap.



24. Tall. Radiärt snitt från nederdelen av läggymp, två år. Fliken tillskuren med nedåtriktat snitt. Okomplicerad sammanväxning.

Scots pine. Radial section from the lower part of a veneer side graft, two years. Flap is fashioned by a downward cut. Uncomplicated union.



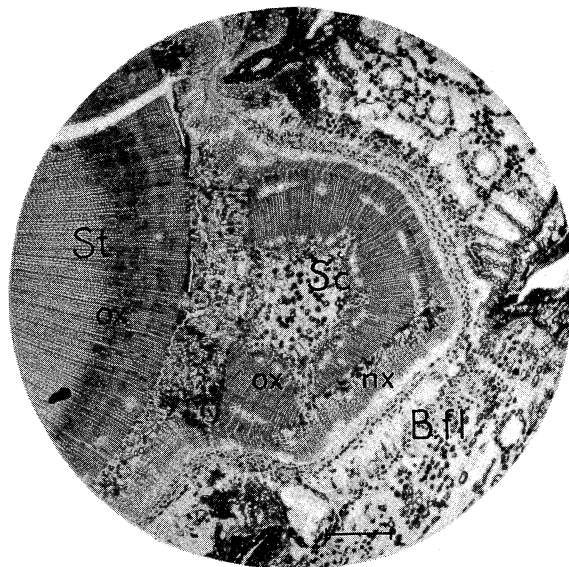
26. Tall. Tvärsnitt av sidsticksymp, åtta veckor. God sammanväxning.

Scots pine. Cross section of a side slit graft, eight weeks. Good union.



25. Gran. Radiärt snitt från nederdelen av läggymp, 36 dagar. Fliken tillskuren med nedåtriktat snitt. Mellan pilarna sammanväxningszonen.

Norway spruce. Radial section from the lower part of a veneer side graft, 36 days. Flap fashioned by a downward cut. The region of union is located between the arrows.



Tillskärning och sammanpassning av ympkomponenterna

Läggympar

Vid ympningstillfället har celldelningarna i underlagens kambier för det mesta kommit i gång, men några större produktmängder har inte hunnit avsättas — möjligen en eller ett par trakeidrader. Fram till den tidpunkt ca tre veckor senare, då en förening mellan de båda ympkomponenternas kambier blir aktuell, har emellertid flera varv trakeider bildats och kambierna därmed förskjutits utåt. Hos ympkvistarna har kambieverksamheten mestadels varit mycket sparsam — dels befann sig ympriset i vilostadium vid ympningen, dels har det haft sämre tillgång på främst vatten. Om ympkomponenternas kambier sammanpassats exakt vid ympningen, händer det därför ofta att underlagets kambium »växer ifrån» ympkvistens. Några teckningar (fig. 6) visar hur kambierna kan förskjutas i förhållande till varandra från ympningstillfället till tiden för kambieföreningen. Pl. III: 17 visar ett foto av ett tvärsnitt från en tre veckor gammal ymp, där kambierna ursprungligen legat precis samman i den ena sidan — den övre på bilden — medan ymprisets kambium legat utanför underlagets i den andra. Vid den tidpunkt, då tillväxten avbröts, var det i stället i denna senare sida som kambierna stämde överens. Där skulle snart en överbryggnings kunnat ske. I den förstnämnda sidan har emellertid underlagets tillväxt gjort att kambierna ligger långt isär.

Med tanke på att få snabbast möjliga sammanväxning mellan ympkomponenternas kambier skulle det alltså vara fördelaktigt att ha underlagen relativt tunna i förhållande till ympkvistarna. Tallen erbjuder som regel inga större svårigheter, när det gäller att passa samman kambierna, och har också stora möjligheter att ge ett gott resultat även då överensstämmelsen varit mindre god. I fråga om gran är det svårare att åstadkomma en god kambiesammanpassning, samtidigt som det är av stor betydelse för ett gott ympningsresultat, att sammanfogningen verkligen blir den bästa möjliga. Granens årsskott är ofta mycket tunna och omges dessutom av ett i förhållande till hela volymen brett skikt döda vävnader, som inte kan bidra till kallusbildning. En svårighet är att ympkvistens barkskikt som regel är tunnare än underlagets och att kambierna därför inte kommer att passa ihop om ytterkanterna läggs samman. Snittet i ett i förhållande till ympkvisten grovt underlag görs ju dessutom rätt ytligt och barken blir i det närmaste tangentiellt genomskuren, vilket ytterligare ökar dess bredd vid snittytan. Ympen i pl. IV: 18 visar ett fall, där man kunde ha fått en god sammanpassning genom att lägga ympkvisten mitt för underlagets vedyta i stället för som på bilden förskjuten åt ena sidan. Om snittet i underlaget däremot gått djupare in i veden, hade man varit tvungen att lägga ympkvisten över åt ena sidan (men som regel *inte* så långt ut att dess ytterkant kommit i jämbredd med underlagets) för att få någorlunda

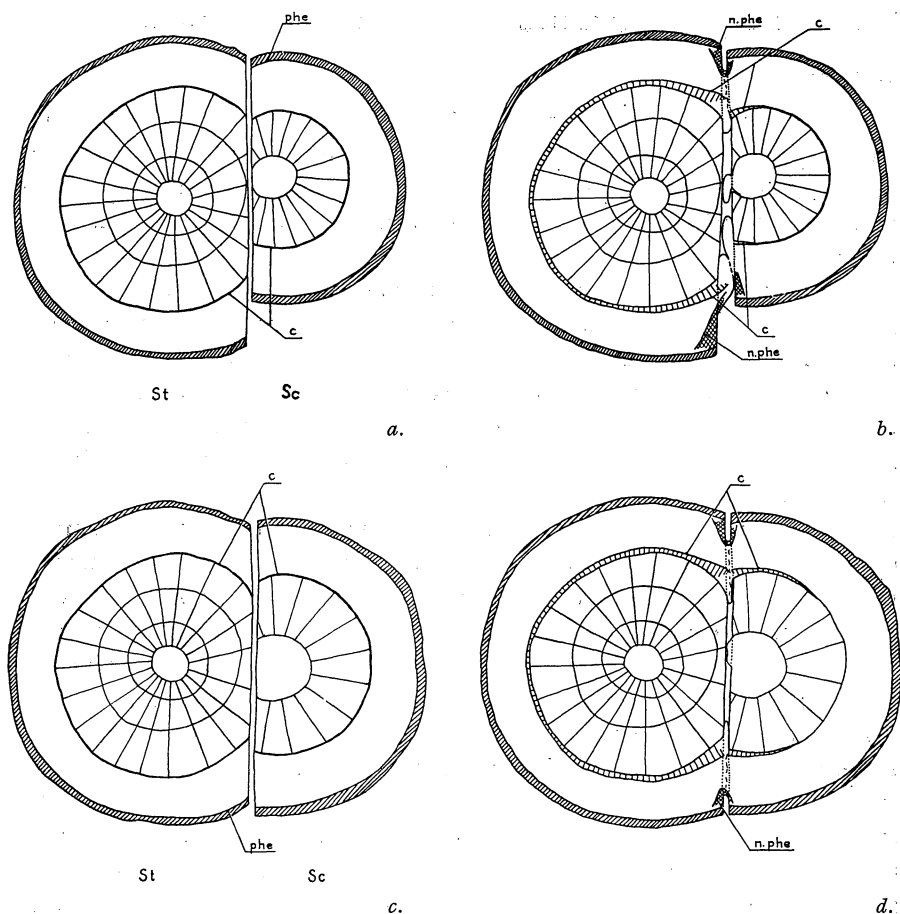


Fig. 6. Schematiska illustrationer av kambietillväxten hos läggympar. Tvärsnitt.

a—b. Grovt underlag, klen ympkvist.

a. Vanligt utgångsläge hos nyympad planta — kambierna sammanpassade i en sida, ympkvistens kambium innanför underlagets i den andra.

b. Efter ca tre veckor. Kambiet hos underlaget växer starkare, har vuxit ifrån ympkvistens i den övre sidan. I den undre kraftig kallusutveckling — ympkomponenterna skjuts från varandra. Korkkambier förenade i övre sidan.

c—d. Underlag och ympkvist ungefär jämngröva.

c. Idealiskt utgångsläge. Ympkvistens kambium utanför underlagets i båda sidorna.

d. Efter ca tre veckor. Kambierna mitt för varandra redo att förenas. Korkkambier förenade.

Simplified illustrations of the cambial growth in veneer side grafts. Cross sections.

a—b. Big stock, small scion.

a. Regular situation in recently grafted seedling, the cambium matched in one side, the cambium of the scion inside that of the stock in the other side.

b. After about three weeks. Growing faster, the cambium of the stock has left that of the scion behind in the upper side. In the lower side vigorous development of callus — the graft components are pushing apart. Cork cambium united in the upper side.

c—d. Stock and cambium rather equal in size.

c. Ideal situation. The cambium of the scion outside that of the stock in both sides.

d. After about three weeks. Opposing cambium ready to unite. Cork cambium united.

god överensstämmelse mellan kambierna i åtminstone en sida. Vilka följer ett allt för djupt insnitt i ett kraftigt underlag kan få (om ympen inte helt misslyckas) visar pl. IV: 19 från nederdelen av en ettårig ymp. Flik och huvud del av underlaget har vuxit samman utanför ympkvisten i den ena sidan och ändå har inte ympkvistens kambium legat så långt ut i den andra sidan, att där kunnat ske någon omedelbar förening. Man kan se hur xylemet vuxit till i två omgångar; den andra omgången under förening med underlaget.

Ett relativt ytligt insnitt i underlaget har visat sig fördelaktigt i de undersökta granymparna. (Underlagen har genomgående varit kraftigare än ympkvistarna.) Genom att göra insnittet i underlaget så lätt, att endast en tunn remsa av veden tas bort, får man en anläggningsyta, som bättre passar till ympkvistens, vilken då naturligtvis skall läggas mitt för underlaget. Granunderlagen har inte visat några tendenser till prolifika tion från blottade ved ytor, inte ens från sådana, där ympkniven bara skalat av barken invid kambiet (se t. ex. pl. IV: 20). Risken för att ympkvisten skall stöt as bort från underlaget genom riklig kallusbildning från ett blottat kambium eller från kambie strålar i veden är därför minimal. Stadig sammanbindning måste dock till för att förhindra, att vävnader från sidorna tränger sig emellan och tränger ut ympkvisten på så sätt. På tallunderlag bör så ytliga snitt inte komma i fråga. Där bildas nämligen i så fall kallus i stor omfattning över hela sårytan med fara för att ympkvisten blir bortstött.

Det diskuteras ibland huruvida det är tillrådligt att skära så djupt i ympkvistarna att mår gen blottas. Att det i och för sig skulle innebå ra någon större fara att skå ra genom mår gen har den hår undersöknin gen inte givit vid handen, i synnerhet inte om man därigenom kan åstadkomma bättre sammanpassning mellan kambierna. Hos nå gra undersökta granympar, där ympkvistens knoppar inte utvecklats, har konstaterats att mår gen varit genomskuren och att den sjunkit samman. Samtidigt har emellertid kambiesammanpassningen varit dålig och detta å r troligtvis den frå msta orsaken till att ymparna misslyckats.

Inte heller i frå ga om tall kan det anses å ventyra ympningsresultatet ifall mår gen genomskå rs. Oftast medfår det viss kallusbildning från mår gcellerna, men om ympen å r vål sammanbunden har ingen inverkan iakttagits.

Det å r en råt t vanlig fõ reteelse hos granympar, att ympkvisten fortlever (har vuxit samman med underlaget alltså) utan att nå gra å rsskott utbildas under den fõ rsta sommaren. Toppknoppen har oftast dõ tt hos en så dan ympkvist, fõ r det mesta också stõ rre sidoknoppar, om nå gra så dana funnits. De ympkvistar, som i så dant tillstå nd õ verlever den fõ rsta sommaren och vintern, skjutår inte så llan skott nå sta vår från knoppar, som utbildats sommaren innan, strax under den dõ da toppknoppen eller från svagare sidoknoppar, som fõ rstår kts. Hos de allra flesta så dana ympar har de ledande fõ rbindelserna kommit till på råt t sent stadium och ofta har de varit myck et svaga. Hos

några ympar fanns vid undersökning våren efter ympningen bara enstaka korta förbindelser förmedlade av bladspår. Parenkymföreningar fanns naturligtvis över längre sträckor hos alla överlevande ympar. Dålig sammanpassning av kambierna tycks vara främsta orsaken till att kambieföreningen tar lång tid, och detta i sin tur medför att knopparna inte får vatten tillräckligt för att kunna skjuta. Förmågan att bilda adventivknoppar är dålig hos gran. Därför händer det ofta att ympar, som överlever första sommaren utan att bilda årsskott, ej har möjlighet att växa vidare, sedan de första knopparna dött. Ytterligare några säsonger kan de dock fortleva med hjälp av de gröna, assimilerande barr, som fanns från början.

Dålig sammanpassning av ympkomponenterna kan emellertid inte vara orsaken till alla de fall, där ympkvistarna fortlever utan att utveckla årsskott. Det har nämligen visat sig att ympris från vissa träd har svårare att växa samman med underlagen än andra och även ger större andel ympar, vars knoppar inte bryter det första året. Detta kan bero på att cellerna i ympkvistar från just de träden har sämre förmåga än normalt att åter dela sig, att knopparna hos ympriset är dåligt utbildade eller på att riset skadats före eller efter avtagningen från moderträden. Ofördragsamhet mellan vissa moderträd och underlag, alltför stora fysiologiska olikheter alltså, är naturligtvis också tänkbar. Hos andra trädslag är detta emellertid ytterst sällsynt, om än någonsin iakttaget, vid ympning inom arten (se t. ex. BRADFORD och SITTON 1929).

Ris från norrländska granar är ofta svåra att ympa. Årsskotten är som regel så korta, att man måste göra ympsnitten i den tvååriga delen av skotten (ympa med »tvåårsved»). Bland ett antal undersökta ympar med tillväxtsvårigheter fanns några med till synes god kambietillpassning, där sammanväxningen ändå gått långsamt och ofullständigt och inga årsskott utvecklats första sommaren. Ympkvistarna visade sig då i samtliga fall ha innehållit två årsringar vid ympningen. Det ligger nära till hands att anta att de tvååriga ympkvistarnas parenkymceller besitter betydligt mindre vitalitet och därmed har sämre förutsättningar att börja dela sig än de vanliga ettårs-skottens celler.

Två sätt att tillskära underlagsfliken demonstreras i pl. I: 3—4 resp. 6—7. När snittet görs snett uppåt, som i 6—7, bildas en såryta, som ej täcks av ympkvisten, och ved finns med ända ut i fliken (jfr. teckningen i fig. 2 a). När fliken skärs till på det andra sättet blir sårytan vänd inåt och lagd mot ympkvisten. Ingen ved finns med längst ut i fliken (fig. 2 b).

Då fliken skurits som i fig. 2 a kan sammanväxningen mellan den och ympkvisten endast ske vid de båda sidorna, eftersom dess ved i övrigt ligger hindrande emellan; se pl. V: 21 och 22 från centrum resp. yttre kanten av en sådan ymp. Den kambiekant hos ympkvisten, som inte får förbindelse med underlagets, blir dock inte överksam, inte heller kambiet i underlagsfliken.

Tvärtom tycks cellerna där stimuleras till ökad aktivitet. Stora svulstbildningar vid fliken blir ofta följderna av att kambierna inte snabbt kan förena sig. Pl. V: 23 visar ett exempel där ympkvistens kambium böjt sig uppåt utefter veden i fliken och på så sätt tvingar densamma utåt. En slutlig läkning vid fliken sker mestadels först efter flera år och vedflisan i fliken har då ofta vallats in av nya vävnader. Det händer också att större eller mindre del av fliken stöts bort.

Komplikationer lika dessa finner man sällan hos ympar med fliken tillskuren på sätt som visas i fig. 2 b. Kambieföreningarna sker som regel så enkelt, som hos den nu tvååriga tallympen i pl. VI: 24 och den fem veckor gamla granympen, pl. VI: 25. Det inträffar dock att föreningen integenast blir fullständig i båda sidorna, något som naturligtvis kan ske också när underlagsfliken skärs av med ett uppåtgående snitt. Möjligen är det något vanligare, när fliken skärs till med nedåtriktat snitt. Orsaken är troligen att fliken inte ligger lika fast tryckt mot ympkvisten. När fliken skärs med ett uppåtriktat snitt, har den tack vare den genomgående vedbiten en viss svikt och klämmer likt en fjäder fast mot ympkvisten. I gengäld passar de båda snittytorna hos ympkvist och underlag bättre samman när fliken avskurits med ett nedåtriktat snitt. Binds ympen sedan stadigt, sker läkningen med denna tillskrämningsmetod betydligt snabbare och utan svulstbildningar.

Sidsticksympar

Hos sidsticksympar av tall, som tillskurits med radiärt insnitt i underlaget, så som demonstreras i pl. II: 10—11 och även illustreras med teckning i fig. 3 a, sker de första föreningarna mellan ledande vävnader undantagslöst i den inre vinkeln. När barkfliken löses från veden, följer kambiets initialceller som regel fliken, förutsatt att underlagen är i växt vid ympningstillfället. Hur föreningen går till visas med några teckningar (fig. 7).

Sammanväxningen mellan underlagets inskrämningsyta och ympkvisten är den besvärligaste delen av läkningsprocessen hos sidsticksympar utförda på detta sätt. Mera sällan ligger de båda ytorna så att de helt eller delvis täcker varandra. När insnittet i underlaget görs radiärt, bildar den blottade vedytan och vävnaderna vid inskrämningsytan rät vinkel mot varandra. Följden blir att ympkvisten kommer att placeras så att den helt och hållet ligger innanför inskrämningsytan (se fig. 3 a och pl. II: 11). De kambier, som skall förenas, kommer att ligga långt isär och de kallusbildande vävnaderna i inskrämningsytan har ingen kontakt med motsvarande vävnader hos ympkvisten.

För att kunna åstadkomma bättre kambietillpassning också vid inskrämningsytan, skulle det därför vara fördelaktigare att göra insnittet i underlaget tangentiellt mot kambiet så som visas i pl. II: 12—14. I ett tvärsnitt skulle

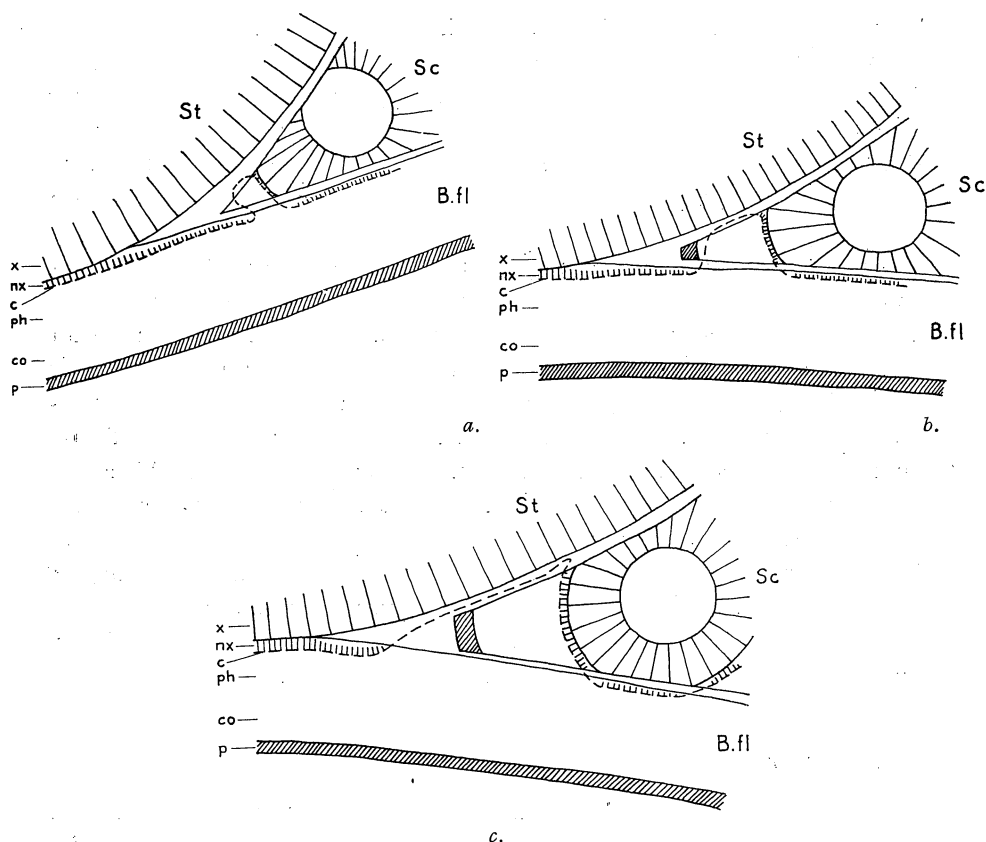


Fig. 7. Sidsticksympar. Principen för kambiernas förening i inre vinkeln. Vid ympningen följer underlagskambiet med barkfliken. Kallusvävnader fyller vinkeln — ej markerat i teckningarna.

- Ympkvisten smal i sin inre del. Den mot veden vända kambiedelen utbreder sig halvcirkelformigt mot kambiet i fliken. Mellan deras föreningsställe och den mer okomplicerade föreningen längre ut i fliken undertrycks kambieverksamheten.
- Ympkvisten bredare. Kambiet i vinkeln beskriver vidare båge.
- Ännu bredare ympkvist. Lång sträcka för kambierna att överbrygga.

Side slit grafts. The principle of cambial union in the innermost corner. At grafting the stock cambium accompanies the bark flap. Callus tissue fills the corner, not delineated in the drawings.

- The scion is small in its inner part. The cambial part facing the wood extends semicircularly toward the cambium of the flap. Between their point of union and the less complicated union farther down in the flap, the cambial activity is suppressed.
- The scion is bigger. The cambium in the corner describes a wider arch.
- Big scion. Long distance for the cambia to bridge.

det komma att se ut som i fig. 3 b. De anläggningsytor, som bildas vid inskärningsytan efter ett tangentiellt insnitt, skulle motsvara dem hos en läggymp.

Sidsticksympar av gran, som utförts med radiärt insnitt i underlaget, har helt misslyckats. Däremot har det visat sig gå bra att ympa med tangentiellt insnitt, varvid de huvudsakliga sammanväxningarna på tidigt stadium skett vid inskärningsytan. Som tidigare nämnts bildas hos gran ingen kallus från den

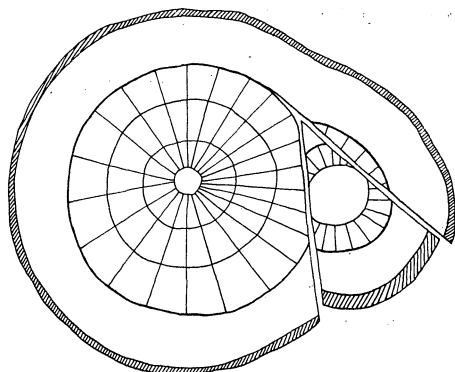


Fig. 8. Sidsticksymp. Tangentiellt insnitt som tar med del av veden i underlaget.
Side slit graft. Tangential incision affecting part of the wood of the stock.

blottade vedytan och även barkfliken visar sig ofta märkligt passiv. Årskotten hos gran är betydligt hårdare än hos tall och formar sig knappast alls efter den rundade vedytan. Därför blir det ett förhållandevis stort tomrum i vinkeln som påskyndar uttorkning av fliken. En bättre anläggningsyta för kvisten skapas om man i underlaget gör ett tangentiellt insnitt som även tar med en del av veden (se fig. 8). Detta ymp sätt har också kommit till användning för praktiskt bruk. Pl. VI: 26 visar ett tvärsnitt av en väl sammanvuxen sidsticksymp.

Hur och när bör ympningen utföras?

Av de båda ympkomponenterna är det egentligen bara underlagen man har möjlighet att välja och påverka före ympningen. Ympriset får man oftast ta som det är — det gäller helt enkelt att föröka upp bestämda träd. Att riset bör ympas så färskt som möjligt eller, när detta är ogörligt, lagras på bästa sätt, är självklart. Det är också fullt klart, att riset inte bör ha växande årskott, då det ympas — det skulle medföra alltför stora vattenförluster. Underlagen har man däremot möjlighet att påverka genom olika åtgärder. De underlag, som mest används vid ympning under glas, är 4 år gamla, vid frilandsympning t.o.m. något äldre. Underlagen blir därvid med få undantag betydligt grövre än ympkvistarna. Skillnaderna mellan ympkomponenter av gran blir ofta mycket stora, vilket medför svårigheter att passa dem väl samman. Av den anledningen borde yngre, klenare underlag vara att föredraga. Det har också framkommit, att yngre celler har större möjlighet att åter börja dela sig — det borde vara ytterligare en orsak till att använda yngre grundstamsmaterial. Den behandling plantorna utsätts för under sin tillväxt är säkerligen av största betydelse — underlag i god kondition bildar kallus snabbare.

Hos alla de ympar, som undersökts, har ympkvistarna varit placerade så långt ner som möjligt på underlagen. Det är praxis vid växthusympning, och den allmännaste metoden även vid frilandsympning, åtminstone i Sverige. Av den intressanta undersökning som NAESS-SCHMIDT och SØEGAARD (1960) utfört på douglasgran (*Pseudotsuga taxifolia*) framgår bl. a. att sammanväxningsresultatet blev avsevärt bättre vid »hög ympning», 91 % levande ympar, kontra 46 % vid »låg ympning». Med ledning av de upplysningar, som de anatomiska undersökningarna av ympar givit, ligger det nära till hands att anta att de unga vävnaderna i plantornas toppar har haft större proliferationsförmåga samtidigt som det är troligt, att ympkomponenternas grovlek överensstämde bättre.

Lämplig tidpunkt för ympningens utförande, liksom underlagens behandling före ympningen är andra, intressanta frågor. Underlagen till de här undersökta ymparna har alla varit drivna så långt, att de haft 1—2 cm långa nya skott. Men det har visat sig, att celldelningsverksamheten vid sårytorna börjar minst lika snabbt i de odrivna ympkvistarna, vilket ger en antydning om att det för ett lyckat ympningsresultat kanske vore överflödigt att driva underlagen före operationens utförande. Ett litet jämförande försök våren 1960 om inalles 48 tallympar gav också utslag i den riktningen och t. o. m. något bättre tillväxt hos ympisen på de odrivna underlagen. Också NIENSTAEDTS (1959) undersökning av höstympade granar (*Picea abies* och *Picea glauca*) visar att aktivitet hos underlagen vid tidpunkten för ympningen är av underordnad betydelse. Underlagen hade givits olika behandling månaderna före ympningen: lång dag (= i aktiv växt), kort dag (= i vila, vilken dock snart bröts efter plantornas intagning i växthus). Antalet lyckade sammanväxningar på de olikbehandlade underlagen var ungefär detsamma. Däremot kunde ympisets vidare utveckling påverkas genom olika daglängd och temperatur efter ympningen.

Läggympning är den klart överlägsna av de båda ympmetoderna. Sidsticksympning kommer nu endast till användning, då grova underlag måste ympas med klena ympkvistar. Genom att göra tangentiella insnitt i underlagen ger man dem de bästa förutsättningarna att lyckas.

Beträffande läggympning bör tillskärningen av underlagsfliken ske med ett nedåtriktat snitt.

Sammanfattning

1. De första sammanväxningarna hos tall- och granympar sker efter 8—10 dagar. Hos läggympar härstammar dessa först sammanväxande kallusvävnader oftast från områden utanför kambiezonen.

2. För en god slutlig förening även av ledande vävnader fordras relativt god överensstämmelse mellan ympkomponenternas kambier. Eftersom underlaget

växer kraftigare än ympkvisten fram till den tidpunkt, 3—5 veckor efter ympningen, då kambieförening kan ske, är det mest fördelaktigt om underlagets kambiekantar från början ligger något innanför ympkvistens, d. v. s. att den blottade veddelen hos underlaget bör vara mindre än den hos ympkvisten.

3. De ofta dåliga ympningsresultaten hos gran beror i stor utsträckning på att ympkomponenternas kambier ej sammanpassats väl, vilket i sin tur sammanhänger med olikheter i de båda ympkomponenternas byggnad.

4. Tallgrenar innehåller större mängd vävnader som kan bilda kallus än grangrenar. Ympkomponenter av tall har därför bättre förutsättningar att växa samman.

5. Gran bildar ej kallus från en vid kambiet blottad vedyta, vilket däremot ofta sker hos tall. När ett relativt grovt granunderlag skall läggympas med en tunn ympkvist, är därför den bästa metoden för att åstadkomma god kambieöverensstämmelse att göra ett rätt ytligt insnitt i underlaget — ett snitt som endast blottlägger kambiet — och placera ympkvisten med sitt snitt mitt framför detta. När det gäller tall, måste snittet alltid ta med en del av veden och man får sammanpassa kambierna i ena sidan. Om snittet görs lika ytligt hos tall, som här rekommenderats för gran, skulle en kraftig kallusbildning över hela snittytan försvåra kambieföreningen och kanske t. o. m. stöta bort ympkvisten.

6. Av de undersökta ympmetoderna har läggympning med nedåtriktat snitt i fliken visat sig mest fördelaktigt för båda trädslagen. När sidsticksympning måste användas på grund av underlagets grovlek i förhållande till ympkvisten, bör insnittet i underlagets bark ske tangentiellt. När det gäller gran bör snittet även ta med en del av veden för att ge en plan anläggningsyta för ympkvisten.

7. Unga celler har visat sig mer villiga att bilda kallus än äldre. Därför bör unga underlag i god växt vara att föredraga framför äldre. För läggympning av gran är det dessutom fördelaktigt att ha underlag med tunna stammar.

Litteratur

- ANDERSSON, E. & JANSSON, B. O. 1952. Frilandsympning av barrträd vid Brunsberg, Fiskeby, Hällefors och Uddeholm. — Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. Nr 3.
- BRADFORD, F. C. & SITTON, B. G. 1929. Defective graft union in the apple and the pear. — Mich. Agr. Expt. Sta. Techn. Bull. 99.
- BRAUN, H. J. Die normalen Verwachsungsvorgänge nach Pfropfung von Laubbäumen. I. Das Verfahren des seitlichen Einspitzens. — Zeitschr. f. Bot. 46: 309—338.
- 1959. Die normalen Verwachsungsvorgänge nach Pfropfung von Laubbäumen. II. Die Verfahren des seitlichen Anplattens und der Kopulation. — Zeitschr. f. Bot. 47: 145—166.
- DORMLING, I. — Anatomical and histological examinations of the union of scion and stock in grafts of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). — Medd. Stat. skogsforskn. inst. (under utarbetning).
- GARNER, R. J. 1959. The grafters handbook. — Faber and Faber Ltd., London.
- HOFFMANN, K. 1957. Pfropfmethodische Untersuchungen im Freiland für die Anlage von Samenplantagen. — Der Züchter 27: 47—54.
- KIELLANDER, C.-L. 1946. Om barrträdsförädling och barrträdsympning. — Sv. Pappers-tidn. 49.
- MERGEN, F. 1954. Anatomical study of slash pine graft unions. — Quart. Jour. Florida Acad. of Sci. 17: 237—245.
- 1955. Grafting slash pine in the field and in the green-house. — Jour. For. 53: 836—842.
- MIROV, N. T. 1940. Tested methods of grafting pines. — Jour. For. 38: 768—777.
- NAESS-SCHMIDT, K. & SØEGAARD, B. 1960. Podehøjdens indflydelse på podekvistens vækstrytme og form. (The influence of the grafting height on the development of the scion.) — Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 26: 315—324.
- NIENSTAEDT, H. 1959. The effect of rootstock activity on the success of fall grafting of spruce. — Jour. For. 57: 828—832.
- ORR-EWING, A. L. & PRIDAEUX, D. C. 1959. Grafting methods for the Douglas fir. — For. Cron. 35: 192—202.
- SCHRÖCK, O., KOOTZ, F. W. & HOFFMANN, K. 1954. Forstliche Samenplantagen — Neumann Verl., Radebeul u. Berlin.
- STEFANSSON, E. 1952. Ympning av barrträd på friland. — Sv. Skogsv. fören. Tidskr. 2.
- SYRACH-LARSEN, C. & MAGIUS, E. 1944. Podning og okulering af Skovtræer. — Dansk Skovforen. Tidskr. 1944: 25—48.
- (I denna litteraturförteckning har huvudsakligen upptagits litteratur med direkt anknytning till det praktiska utförandet av ympar. För ytterligare referenser hänvisas till det kommande, mer utförliga arbetet. Där återfinns också en utförlig litteraturoversikt.)
- (This list of literature mainly includes works dealing directly with the practical performance of grafting. Additional references will be given in a forthcoming, more elaborate work containing a comprehensive literature review as well.)

Summary

Grafting Methods for Scots Pine and Norway Spruce

This paper is a condensed version describing experiences of importance for practical grafting, which have been gained by comprehensive studies of union growth processes in grafts of Scots pine and Norway spruce. The investigations will be discussed in full under the title "Anatomical and Histological Examinations of the Union of Scion and Stock in Grafts of Scots Pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.)" in this series of publications.

Conducted in a greenhouse, grafting comprised veneer side grafts and side slit grafts. Two varieties of each type of graft have been investigated, cf. Plate I: 1—7 and II: 9—14. The graft zones have been fixed, embedded in paraffin and cut into cross sections and longitudinal sections, 15 μ thick, which have been stained in safranin and fast green.

1. The first union in grafts of Scots pine and Norway spruce occur in 8—10 days. In veneer side grafts the first callus tissues to unite mostly originate from regions outside the cambium zone.

2. To achieve a good, final union of conductive tissues as well, a relatively close similarity between the cambia of the graft components is required. Since the stock grows faster than the scion during a stage up to the time, 3—5 weeks after grafting, when cambial union occurs, it is most advantageous if the cambial edges of the stock are situated slightly inside those of the scion, *i.e.* the bared wood part of the stock should be made smaller than that of the scion.

3. The poor results of grafting, which frequently occur in Norway spruce, are often caused by imperfect fitting of the cambia of the graft components, which in turn depends on dissimilarities in the anatomy of the graft components.

4. The amount of tissues capable of forming callus is larger in Scots pine branches than in branches of Norway spruce.

5. In contrast to Scots pine Norway spruce does not develop callus from a bared wood surface by the cambium. When a small scion of Norway spruce is to be joined by a veneer side graft to a relatively big stock, the best way to produce good cambial similarity is by making a relatively superficial cut in the stock, an incision just baring the cambium, and by placing the cut surface of the scion in front. An incision in Scots pine must always include a part of the wood and the cambia are to be fitted in one side. If an incision is made as superficially in Scots pine as recommended here for Norway spruce, a vigorous callus formation over the entire cut surface would impede the cambial union and may even expel the scion.

6. Of the grafts investigated veneer side grafts cut downward in the flap have proved most advantageous in both the species. When a side slit graft must be applied due to the size of the stock in relation to that of the scion, an incision into the bark of the stock ought to be made tangentially. In Norway spruce incision should include part of the wood to present an even cut surface to the scion.

7. Young cells have proved more able to form callus than old ones. Young stocks growing vigorously are therefore to be preferred to old ones. When veneer grafts are being applied to Norway spruce, it is advantageous to use stocks with small stems.